



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 13 383 C 1

⑥1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 44 C 1/24**  
B 44 F 1/08  
B 44 D 5/10  
B 01 J 19/00  
A 23 P 1/00  
A 23 G 3/28  
G 03 H 1/04  
G 06 K 19/16

⑳ Aktenzeichen: 196 13 383.1-45  
㉑ Anmeldetag: 3. 4. 96  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 8. 97

DE 196 13 383 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:  
Flohr-Schmitt, Evelyn, 97074 Würzburg, DE  
  
㉕ Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Wuesthoff & Wuesthoff,  
81541 München

㉖ Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung  
  
㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 40 24 748 C1  
DE 38 23 905 C1

㉘ Abformstempel zum Aufbringen von Mikrostrukturen auf Gegenstände, Verfahren hierfür sowie danach hergestellter eßbarer Gegenstand

㉙ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen von Mikrostrukturen, insbesondere Oberflächenhologramme, diffraktive Strukturen oder holographische optische Elemente, auf einen Gegenstand mittels eines Abformstempels. Um ein solches Verfahren breiter einsetzbar zu machen und auch Gegenstände und Materialien mit Mikrostrukturen versehen zu können, bei denen dies bisher nicht möglich war, besteht der Abformstempel aus einem aushärtbaren und nach dem Aushärten flexiblen Kunststoff, dessen Volumenschrumpfung während des Aushärtens höchstens etwa 5% beträgt und der eine Oberflächenspannung von weniger als etwa 0,03 N/m aufweist.

DE 196 13 383 C 1

Die Erfindung betrifft einen Abformstempel zum Aufbringen von Mikrostrukturen insbesondere Oberflächenhologramme, diffraktive Strukturen oder holographische optische Elemente, auf einen Gegenstand, sowie ein hierfür geeignetes Verfahren.

Mikrostrukturen der genannten Art, insbesondere Oberflächenhologramme, sind heutzutage weit verbreitet. Sie finden sich beispielsweise auf vielen Scheckkarten oder auch auf Softwareprodukten als Authentizitätsnachweis. Solche Mikrostrukturen haben einen Gitterabstand von ca. 1  $\mu\text{m}$  und eine Strukturtiefe von etwa 0,1 bis 0,2  $\mu\text{m}$ , was drucktechnisch einer Punktdichte von 5000 bis 10 000 Pkte/cm entspricht.

Bezüglich der Hologramme sind zwei Arten zu unterscheiden, Volumenhologramme und Oberflächenhologramme. Bei Volumenhologrammen ist die das Hologramm bildende Mikrostruktur innerhalb einer optisch transparenten Schicht einer Dicke angeordnet, die wesentlich größer als die Wellenlänge des einstrahlenden Lichts ist. Die Mikrostruktur bildet so ein dreidimensionales Gitter, an dem das Licht gebeugt wird. Die Oberflächen solcher Volumenhologramme sind in der Regel glatt. Oberflächenhologramme hingegen, und nur diese sind hier als Teil der vorliegenden Erfindung von Interesse, werden durch eine einzige Mikrostrukturebene in Gestalt mikroskopischer Vertiefungen auf der Oberfläche eines Körpers gebildet. Der Körper selbst muß dabei nicht notwendigerweise transparent sein. Die Beugungseffizienz von Oberflächenhologrammen ist geringer als die von Volumenhologrammen, jedoch lassen sich Oberflächenhologramme mittels eines Abformstempels leicht vervielfältigen.

Zum einwandfreien Aufbringen einer Mikrostruktur, die beispielsweise ein Oberflächenhologramm sein kann, auf einen Gegenstand muß der verwendete Abformstempel einer Reihe von Anforderungen genügen. Heutzutage werden als Abformstempel meist sogenannte Nickel-Shims verwendet, die von einem Ur- oder Masterhologramm galvanisch erzeugt werden. Diese Nickel-Shims haben eine sehr steife Oberfläche und können so die Mikrostruktur unter Druck im Idealfall 1 : 1 auf den Gegenstand übertragen, sie besitzen desweiteren eine hohe Abbildungsgüte und sind deshalb gut dazu in der Lage, die zu übertragende Mikrostruktur zunächst selbst aufnehmen zu können, und sie weisen eine hohe Standzeit auf, so daß viele Kopien ohne Qualitätsverlust hergestellt werden können.

Die Materialien, auf die Mikrostrukturen mittels solcher Abformstempel übertragen werden können, sind Kunststoffolien, beispielsweise Polyesterfolien, aber auch oberflächenkaschierte Papiere, die unter Erwärmung ein plastisches Verhalten zeigen, so daß mittels des Abformstempels die auf letzterem vorhandene Mikrostruktur unter Druck und/oder Temperatur in den Kunststoff oder das kaschierte Papier eingepreßt werden kann. Auch strahlungshärtende Lacke sind dazu geeignet, Mikrostrukturen aufzunehmen. Der Abformstempel wird dabei in die unpolymersierte oder anpolymersierte Lackschicht gepreßt und der Lack härtet dann im Kontakt mit dem Abformstempel aus. Nach dem Aushärten wird der Abformstempel entfernt. Speziell bei der weit verbreiteten Abformung auf Folien und Papiere muß der Abformstempel eine extrem hohe Planität aufweisen, da sonst die Unterschiede im Anpreßdruck über die Fläche des Abformstempels zu groß werden, woraus eine ungleichmäßige und damit stark

verschlechterte Abformung resultiert.

Aus den zuvor geschilderten Erfordernissen bekannter Abformverfahren resultieren Beschränkungen sowohl hinsichtlich der Materialien als auch der Gegenstände, auf die Mikrostrukturen aufgebracht werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung anzugeben, die die Grenzen herkömmlicher Abformverfahren überwindet und die die Abformung von Mikrostrukturen auf Gegenstände und Materialien gestattet, die bisher nicht mit Mikrostrukturen versehen werden konnten. Unter dem Begriff "Mikrostrukturen" sollen hier insbesondere Oberflächenhologramme, diffraktive Strukturen oder holographische optische Elemente verstanden werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Erfindung einen Abformstempel bereit, der aus einem aushärtbaren und nach dem Aushärten flexiblen Kunststoff besteht, dessen Volumenschrumpfung während des Aushärtens höchstens etwa 5% beträgt und der eine Oberflächenspannung von weniger als 0,03 N/m aufweist. Damit ist es möglich, Mikrostrukturen nicht nur auf plane Gegenstände, sondern ohne weiteres auch auf Gegenstände mit gekrümmter, dreidimensionaler Oberfläche aufzubringen. Des weiteren können durch den Einsatz eines flexiblen Kunststoffabformstempels Mikrostrukturen auf Materialien aufgebracht werden, beispielsweise auf Schokolade, auf die Mikrostrukturen mittels herkömmlicher Abformstempel nicht aufzubringen waren.

Grundsätzlich ist als Kunststoff zur Herstellung des erfindungsgemäßen Abformstempels jedes Material geeignet, das gießbar ist, das auf molekularer Ebene abformen kann, d. h., das die Fähigkeit besitzt, eine extrem feine Mikrostruktur selbst aufzunehmen bzw. abzuformen, das zu einem flexiblen aber formbeständigen Körper aushärtbar ist, das bei der Aushärtung nur eine geringe Volumenschrumpfung hat, und das eine geringe Oberflächenspannung aufweist. Ein solcher, flexibler Abformstempel kann aufgrund seiner Elastizität und Flexibilität nach dem Abformungsvorgang gefahrlos auch von zerbrechlichen Materialien abgezogen werden, so daß ohne weiteres sowohl empfindliche Materialien als auch unebene Oberflächen sowie dreidimensionale Gegenstände mit Mikrostrukturen versehen werden können. Durch die niedrige Oberflächenspannung bleiben im Abformstempel keine Rückstände zurück, die die Qualität der nächsten, durch den Abformstempel vervielfältigten Mikrostruktur beeinträchtigen können. Die geringe Volumenschrumpfung ist Voraussetzung für eine gute Übernahme des Masteroberflächenhologramms auf den Abformstempel. Vorzugsweise beträgt die Volumenschrumpfung des zur Herstellung des Abformstempels verwendeten Kunststoffes daher nur etwa 1% oder weniger und die Oberflächenspannung des Kunststoffes beträgt weniger als 0,02 N/m.

Im folgenden wird kurz die Herstellung eines im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Abformstempels erläutert, der im gewählten Beispiel die Vervielfältigung eines Oberflächenhologramms ermöglichen soll. Die Herstellungsweise unterscheidet sich anfangs nicht von der Herstellung herkömmlicher Nickel-Abformstempel. So wird zunächst auf konventionelle Weise in eine photographische Silberhalogenidemulsion, die auf eine Glasplatte oder einen Kunststoffträger aufgebracht ist, das gewünschte Hologramm einbelichtet. Die holographische Information liegt dann im Inneren der Photoemulsion als Phasen- oder Absorptionsgitter vor und ist somit nicht zur Abformung geeignet. Daher wird

in einem zweiten Schritt auf optischem Wege eine Kopie des zuerst gebildeten Hologramms in einer photoleitenden, thermoplastischen Schicht erzeugt. Dazu wird die photoleitende, thermoplastische Schicht zunächst auf einem leitfähigen Träger, z. B. einer Metallplatte, angeordnet und dann durch ein geeignetes Verfahren eine statische Ladung auf die Oberfläche des Photoleiters aufgebracht. In einer anschließenden Belichtung wird die geladene Oberfläche des Photoleiters mit dem vom anfänglich erzeugten Hologramm ausgehenden Beugungsmuster und einer zusätzlichen Referenzstrahlung gleicher Wellenlänge bestrahlt. Die Interferenz beider Wellenfelder auf der Oberfläche des Photoleiters führt zu Bereichen mit hoher und mit geringer Lichtintensität. An den Stellen hoher Lichtintensität steigt die elektrische Leitfähigkeit des Photoleiters stark an, so daß an diesen Stellen durch Photoleitung eine Ladungsrekombination mit dem auf einer Referenzspannung oder auf Massepotential liegenden Metallträger stattfindet. An den Stellen geringer Lichtintensität bleibt die ursprüngliche Ladungsverteilung hingegen weitgehend erhalten. Nach Beendigung der Belichtung ist auf der Oberfläche des Photoleiters ein die holographische Information enthaltendes, latentes Ladungsträgerbild entstanden. Aufgrund der lokal unterschiedlichen Ladungskonzentrationen herrschen auch lokal unterschiedliche elektrische Feldstärken. Der thermoplastische Photoleiter wird nun über seinen Erweichungspunkt erhitzt. Die lokal unterschiedlichen elektrischen Feldstärken haben entsprechende elektrostatische Kräfte zur Folge, die bewirken, daß die nun plastische Oberfläche sich entsprechend der lokal auf sie wirkenden Kraft plastisch verformt und sich ein Oberflächenrelief ausbildet. Durch Abkühlen des thermoplastischen Photoleiters wird dieses Oberflächenrelief, welches bereits das gewünschte Oberflächenhologramm darstellt, fixiert. Das so erzeugte Oberflächenhologramm wird auch als Masteroberflächenhologramm (oder Urhologramm) bezeichnet.

Herkömmlicherweise wird nun durch galvanisches Aufwachsen von Nickel auf dieses Masteroberflächenhologramm ein Nickel-Abformstempel hergestellt. Im Gegensatz dazu wird zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kunststoff-Abformstempels zunächst der Kunststoff vorbereitet. Bei dem verwendeten Kunststoff handelt es sich in der Regel um eine Mischung aus wenigstens zwei Komponenten, nämlich Bindemittel und Härter, die unmittelbar vor Gebrauch vermischt werden. Alternativ kann ein photopolymerisierbarer Kunststoff, der z. B. unter UV-Licht aushärtet, verwendet werden. Diese gießfähige, zähe Masse kann im Grobvakuum entgast werden, um ein homogeneres Abformmaterial zu ergeben. Im Anschluß daran wird die noch nicht polymerisierte Masse auf das Masteroberflächenhologramm aufgegossen und härtet abhängig von der gewählten Bindemittel/Härter-Kombination innerhalb weniger Minuten oder auch mehrerer Stunden zu einem formbeständigen, flexiblen Kunststoff-Abformstempel aus, der dann von dem Masteroberflächenhologramm abgezogen wird.

Besonders geeignet als Kunststoff zur Herstellung des im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Abformstempels hat sich eine Reihe von Silikonen erwiesen, wie sie beispielsweise im zahnärztlichen Bereich eingesetzt werden. Diese Silikone bestehen aus zwei Komponenten, die bei Raumtemperatur vernetzen. Man unterscheidet dabei zwischen kondensations- und additionsvernetzenden Typen. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung sind beide Typen gut geeignet. Sil-

kone dieser Art unterliegen während ihrem Vernetzungs- bzw. Aushärtungsvorgang einer nur sehr geringen Volumenschrumpfung von etwa 1%. Zudem weisen diese Silikone eine geringe Oberflächenspannung und Polarität auf, sind beständig gegen Reinigungsmittel wie Seifenlaugen und Alkohole, sind mechanisch belastbar und temperaturbeständig. Die Härte (Shorehärte) dieser Silikone in ausgehärtetem Zustand kann zwischen A 12 (extrem weich) und A 75 (sehr hart) betragen und somit gut dem besonderen Anwendungsfall angepaßt werden. Ein anderes, gut geeignetes Kunststoffmaterial sind Polyurethane.

Kunststoff-Abformstempel dieser Art ermöglichen in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Aufbringung von Mikrostrukturen auf Materialien bzw. Gegenstände, auf die Mikrostrukturen mit herkömmlichen Abformstempeln nicht aufgebracht werden können. So ist es beispielsweise mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, Mikrostrukturen auf eßbare Gegenstände bzw. Materialien aufzubringen. Als Beispiele seien hier Gelatine (in Gestalt einer Folie, als Überzug oder als Formkörper), Fette (pflanzliche und tierische in gehärteter, teilgehärteter oder ungehärteter Form), nicht oder gering hygroskopischer Zucker, Stärke (in Gestalt einer Emulsion, als Überzug oder als Formkörper), Fruchtgummi und Fruchtgummimischungen, Gummi arabicum (als Überzug) und Kombinationen der vorgenannten Materialien genannt. Begrenzend wirkt nur die Körnung des jeweiligen Materials, d. h. das Material, auf das eine Mikrostruktur aufgebracht werden soll, muß sich mit seiner Korngröße im molekularen Bereich bewegen, um die Mikrostruktur aufnehmen zu können. Selbst beim Vorliegen einer gröberen Körnung kann jedoch eine Mikrostruktur auf das Material aufgebracht werden, wenn — wie bei Lebensmitteln häufig der Fall — zumindest das Bindemittel (Fette, Stärke, Zucker, Emulsionen usw.) eine genügend feine Körnung aufweist und die gröbere Körnung möglichst vollständig so umschließt, daß die abzuformende Mikrostruktur in erster Linie von dem Bindemittel aufgenommen wird. Um eine hohe Beständigkeit der abgeformten Mikrostrukturen zu gewährleisten, ist auch darauf zu achten, daß das Material, auf das die Mikrostruktur aufgebracht worden ist, nicht oder nur gering hygroskopisch ist, da ansonsten durch Wasseraufnahme eine Quellung der Oberflächenschicht erfolgt, wodurch die Mikrostruktur zerstört wird. Selbstverständlich dürfen Materialien, auf die Mikrostrukturen aufgebracht worden sind, auch nicht zu stark erwärmt werden, da ein Erweichen bzw. Schmelzen des Materials die Mikrostruktur ebenfalls zerstört.

Zum Schutz gegen Feuchtigkeit und für eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einflüsse wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens die aufgebrachte Mikrostruktur mit einer Schutzschicht überzogen. Als Schutzschicht eignet sich beispielsweise Gummi arabicum oder auch eine dünne Fettschicht. Bei nicht eßbaren Gegenständen eignet sich als Schutzschicht beispielsweise ein Klarlack, der je nach Anwendungsfall auch flexibel oder besonders kratzfest sein kann.

Hervorragend geeignet ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise auch zur Aufbringung von Mikrostrukturen auf Schokolade. Wie Versuche im Vorfeld der Erfindung ergeben haben, können Mikrostrukturen mit herkömmlichen Abformstempeln nicht auf Schokolade übertragen werden, da entweder das Schokoladematerial bereits beim Aufdrücken des Abform-

stempels zerbricht oder aber, wenn die Schokolademasse auf den Abformstempel aufgegossen wurde, beim Abnehmen vom Abformstempel zerbricht. Im übrigen machen am Abformstempel anhaftende Schokoladereise den Abformstempel für eine direkt anschließende, erneute Prägung unbrauchbar. Die Flexibilität und geringe Oberflächenspannung des erfindungsgemäßen Kunststoff-Abformstempels schafft hier Abhilfe und erlaubt das Aufbringen von Mikrostrukturen selbst auf dreidimensionale Gegenstände aus Schokolade wie z. B. Osterhasen, Ostereier, Pralinen und ähnliches.

Zur Erhöhung der Leuchtkraft der aufgetragenen Mikrostruktur wird diese gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer dünnen Schicht aus Gold bedampft. Die Bedampfung mit Gold (Schichtdicke ca. 10 bis 20 nm) eignet sich sowohl für transparente Materialien (z. B. Gelatine) als auch für lichtundurchlässige Materialien (z. B. Schokolade) da die dünne Goldschicht der eingepprägten Mikrostruktur nahezu ideal folgt und sie nicht zudeckt. Gold ist darüberhinaus in der Lebensmittelindustrie zur Verwendung freigegeben, so daß auch Mikrostrukturen auf eßbaren Materialien mit einer Goldschicht bedampft werden können. Alternativ kann die aufgetragene Mikrostruktur mit einer lebensmittelrechtlich zugelassenen Gold- oder Silberfarbe mit feinsten Körnung (< 20 nm) bestrichen werden. Die Farbe und die in ihr enthaltenen reflektierenden Partikel formen ebenfalls die Mikrostruktur ab. Die relativ dicke Farbschicht führt jedoch dazu, daß die Mikrostruktur zugedeckt wird und somit von der Auftragsseite her nicht mehr sichtbar ist. Das Bestreichen mit Gold- oder Silberfarbe eignet sich daher nur für transparente Mikrostrukturträgermaterialien, bei denen die in ihrer Leuchtkraft verstärkte Mikrostruktur dann von hinten durch den transparenten Träger betrachtet werden kann. Vorteilhaft ist, daß die empfindliche Mikrostruktur bei dieser Alternative geschützt zwischen dem transparenten Träger und der Gold- oder Silberfarbe liegt.

Durch den flexiblen Kunststoff-Abformstempel ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren auch, Mikrostrukturen direkt beim Herstellungsvorgang eines Gegenstands auf diesen aufzubringen.

So kann der flexible Kunststoff-Abformstempel einen Teil einer Blas-, Guß- oder Spritzgußform bilden, so daß beispielsweise ein Kunststoffkörper (Flasche, Dose etc.) schon bei seiner Herstellung auf der Oberfläche mit der Mikrostruktur versehen wird. Es bietet sich beispielsweise an, ein Firmenlogo oder ein anderes Erkennungszeichen einer Firma auf diese Weise jedem Kunststoffprodukt dieser Firma mitzugeben. Insbesondere bei kleineren Gegenständen kann der Kunststoff-Abformstempel auch die gesamte Gußform oder deren Auskleidung darstellen.

Grundsätzlich lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren alle Materialien prägen, die molekularabformend sind, die durch Wärme und/oder Druck plastisch verformbar sind, die im Kontakt mit dem Abformstempel aushärtbar sind und die dabei eine geringe Schrumpfung zeigen. Ein Ablösen des Abformstempels ist aufgrund der geringen Oberflächenspannung der verwendeten Kunststoffe und aufgrund der Flexibilität des Abformstempels leicht möglich.

Im folgenden werden eine Reihe von Anwendungsbeispielen des erfindungsgemäßen Verfahrens gegeben.

## Beispiel 1

Ein Kinderlutscher aus farbigem, jedoch durchsichtigem Material soll mit einem Oberflächenhologramm versehen werden, das möglichst lange sichtbar sein soll. Hierzu wird der Lutscherkörper aus zwei Hälften gefertigt, wobei eine Hälfte unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Oberflächenhologramm versehen worden ist. Die andere Hälfte des Lutscherkörpers wird dann so mit der ersten Hälfte verbunden, daß sie als Schutz für das Oberflächenhologramm dient, d. h. daß das Oberflächenhologramm sich im Inneren des Lutscherkörpers befindet. Aufgrund der Transparenz des Lutschermaterials ist es dennoch möglich, das Hologramm von außen zu betrachten und zwar solange, bis der Kern des Lutschers durch den Lutschkvorgang zerstört ist. In einer alternativen Ausführungsform können beide einander zugewandten Flächen der Lutscherhälften mit Oberflächenhologrammen versehen sein. Bei Betrachtung des Lutschers aus unterschiedlichen Blickwinkeln können dann unterschiedliche Hologramme betrachtet werden. Zweckmäßigerweise sind die Oberflächenhologramme auf den einander zugewandten Flächen der Lutscherhälften etwas in die entsprechende Oberfläche hinein versenkt, damit eine Beschädigung der Hologramme beim Zusammenfügen der beiden Lutscherhälften vermieden wird.

## Beispiel 2

Ein Schokoladenkörper wird mittels dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem Oberflächenhologramm versehen. Zum Schutz des Oberflächenhologramms wird auf den Schokoladenkörper eine Schicht aus transparenter Zuckermasse aufgebracht. Zuvor kann, falls gewünscht, das Oberflächenhologramm goldbedampft werden, um seine Brillanz zu steigern.

## Beispiel 3

Schokoladentäfelchen sollen mit einem Oberflächenhologramm versehen werden. Hierzu wird die Gußform des Schokoladentäfelchens oder ein Teil davon durch den flexiblen Kunststoff-Abformstempel gemäß der Erfindung gebildet. Die flüssige Schokoladenmasse wird in diese Form eingefüllt, wobei darauf zu achten ist, daß der Temperaturunterschied zwischen der Gußtemperatur und der Erstarrungstemperatur nicht zu groß ist. Anderenfalls kann durch das unterschiedliche Ausdehnungsverhalten von Abformstempel und Schokolade das abgeformte Hologramm in der Abkühlphase zerstört werden. Ein Temperaturunterschied von etwa 10°C bis 20°C ist aber in der Regel unkritisch. Beim Einfüllen der Schokoladenmasse sollten Schokoladenmasse und Abformstempel in etwa die gleiche Temperatur haben, um einen Erstarrungsschock zu vermeiden, der die genaue Abformung des Oberflächenhologramms beeinträchtigen kann.

## Beispiel 4

Gelatine wird im Rotationsprägeverfahren mit Oberflächenhologrammen versehen (s. Fig. 1). Eine Gelatinefolienbahn 10 wird dazu durch den Walzenspalt zweier gegenläufig rotierender Walzen 12, 14 geführt. Die obere Walze 12 trägt den Abformstempel, der hier die Gestalt eines flexiblen Prägezylinders 16 hat. Unmittelbar vor dem Durchlaufen des Walzenspalts wird die Gelati-

nefolienbahn 10 auf ihrer Oberseite, auf die die Oberflächenhologramme geprägt werden sollen, geringfügig angefeuchtet. Diese geringe Feuchtigkeitszugabe — ausreichend ist bereits auf der Oberfläche der Folienbahn kondensierender Wasserdampf — bewirkt, daß sich die oberste Gelatineschicht etwas erweicht, was das Einprägen der Oberflächenhologramme begünstigt.

Das vorstehend im Zusammenhang mit der Gelatinefolienherstellung beschriebene Beispiel läßt sich mit geringen Abwandlungen auf die Herstellung von Kunststofffolien übertragen.

Alternativ kann eine Gelatinefolienbahn bereits bei ihrer Herstellung mit Oberflächenhologrammen versehen werden (s. Fig. 2). Flüssige Gelatinemasse wird über ein Spalt-Rakel-System mit konstanter Dicke auf eine Walze 12' aufgebracht, deren Aufbau der in Fig. 1 dargestellten Walze 12 entspricht. Die aufgegebene Gelatinemasse härtet auf dem flexiblen Prägezyylinder 16' aus und wird dann mit Hilfe einer Abzugsrolle 18 von der Walze 12' abgezogen und weiterverarbeitet.

#### Beispiel 5

Mittels einer Spritzgußform 20 (s. Fig. 3) soll ein Kunststoffbehälter hergestellt werden, der auf seiner Außenseite mit einem Oberflächenhologramm versehen ist. Dazu ist in die Außenform 22 der Spritzgußform 20 an der gewünschten Stelle der flexible Kunststoff-Abformstempel 25 so eingelegt, daß das abzuformende Oberflächenhologramm mit dem zwischen Innenform 24 und Außenform 22 eingespritzten Kunststoff 26 in Berührung kommt und so das Oberflächenhologramm auf der Flaschenaußenfläche abzeichnet. Aufgrund der flexiblen Natur des Abformstempels 25 kann letzterer auch in einem gekrümmten Bereich der Außenform 22 angebracht sein.

#### Beispiel 6

Die sichtbare Oberfläche von Kathodenstrahlbildröhren 30 (s. Fig. 4) soll entspiegelt werden. Dazu wird auf die Glasoberfläche 32 ein transparenter, härtbarer Lack 34 aufgebracht. Dieser Lack kann ein Zweikomponentenlack oder ein strahlungshärtender Lack sein. Das Aufbringen auf die zumeist gewölbte Bildschirmoberfläche 32 kann durch Schleudern, Rakeln, Streichen oder ähnliches erfolgen. Auf den noch nicht gehärteten Lack 34 wird ein der Form der Bildröhre 30 angepaßter, flexibler Abformstempel 36 formschlüssig aufgepreßt, der eine Mikrostruktur in den Lack 34 einprägt, die eine destruktive Interferenz erzeugt. Der Lack härtet nun im Kontakt mit dem Abformstempel 36 entweder von alleine aus (im Fall eines Zweikomponentenlacks) oder durch Zufuhr einer geeigneten Strahlung (beispielsweise UV-Strahlung 37 im Fall eines UV-härtenden Lacks). Im letzteren Fall muß der Abformstempel 36 ausreichend transparent für die eingesetzte Strahlung sein. Als Material für den Abformstempel 36 bietet sich dann beispielsweise transparentes Silikon an. Vorzugsweise ist das Material des Abformstempels 36 auch UV-stabil, um seine Flexibilität im Rahmen der UV-Durchstrahlung nicht einzubüßen. Nach vollständiger Aushärtung des Lacks 34 wird der Abformstempel 36 abgezogen und steht für einen weiteren Abformvorgang zur Verfügung.

Alternativ kann bei dem zuletzt beschriebenen Beispiel der Lack 34 auch zuerst auf den Abformstempel 36 aufgebracht werden, und dann der Abformstempel 36

mit dem Lack 34 auf die Bildschirmoberfläche 32 gedrückt werden.

Abschließend sei der Begriff "destruktive Interferenz" näher erläutert. Bei "normalen" Oberflächenhologrammen liegt der laterale Abstand zweier benachbarter Wellenberge in der Größenordnung von etwa einem  $1\ \mu\text{m}$ , während die Amplitude, d. h. die maximale Erstreckung senkrecht zur Oberfläche, etwa bei  $0,1\ \mu\text{m}$  bis  $0,3\ \mu\text{m}$  liegt. Bei sogenannten Beugungsgittern nullter Ordnung ist hingegen der laterale Abstand so klein, daß eine durch Beugung erzeugte, konstruktive Interferenz nicht mehr stattfinden kann. Solche Strukturen sind auch unter dem Namen "Moth eyes" bekannt. Dies sei anhand der Gittergleichung

$$n \cdot \lambda = g \cdot \sin(\varphi)$$

erläutert, in der  $n$  der Ordnungszahl der Beugung,  $\lambda$  der verwendeten Wellenlänge (sichtbarer Bereich:  $\lambda = 400\ \text{nm}$  bis  $750\ \text{nm}$ ),  $g$  dem lateralen Abstand, und  $\varphi$  dem Winkel entspricht, unter dem die konstruktive Interferenz  $n$ -ter Ordnung verläuft. Bei  $n = 1$  (erste Beugung) und der Farbe grün ( $\lambda = 555\ \text{nm}$ ) ergibt sich bei einem Abstand  $g < 555\ \text{nm}$  keine konstruktive Interferenz mehr, da der Winkel  $\varphi$  nicht mehr existiert. Es tritt hingegen destruktive Interferenz auf, da sich hier nicht die ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge ( $1\ \lambda$ ,  $2\ \lambda$ ,  $3\ \lambda$ , ...) überlagern, sondern  $0,5\ \lambda$ ,  $1,5\ \lambda$ ,  $2,5\ \lambda$ , ... Mittels solcher Strukturen lassen sich die Reflexionsgrade von beispielsweise Glasplatten von 4% auf unter 0,5% reduzieren, ohne daß die Transparenz des Glases beeinträchtigt wird.

#### Patentansprüche

1. Abformstempel zum Aufbringen von Mikrostrukturen, insbesondere Oberflächenhologramme, diffraktive Strukturen oder holographische optische Elemente, auf einen Gegenstand, dadurch gekennzeichnet, daß der Abformstempel aus einem aushärtbaren und nach dem Aushärten flexiblen Kunststoff besteht, dessen Volumenschrumpfung während des Aushärtens höchstens etwa 5% beträgt und der eine Oberflächenspannung von weniger als etwa  $0,03\ \text{N/m}$  aufweist.
2. Abformstempel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenschrumpfung des Kunststoffes etwa 1% oder weniger beträgt.
3. Abformstempel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff eine Oberflächenspannung von weniger als  $0,02\ \text{N/m}$  aufweist.
4. Abformstempel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß er lichtdurchlässig ist und vorzugsweise ein Transmissionsfenster für Licht im Bereich von UV bis IR aufweist.
5. Abformstempel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff UV-stabil ist.
6. Abformstempel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff ein kondensationsvernetzendes oder additionsvernetzendes Silikon ist.
7. Abformstempel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff ein strahlungshärtender Kunststoff ist.
8. Abformstempel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff ein Polyurethan ist.
9. Verfahren zum Aufbringen von Mikrostrukturen,

insbesondere Oberflächenhologramme, diffraktive Strukturen oder holographische optische Elemente, auf eine insbesondere nicht plane Oberfläche eines Gegenstandes, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Abformstempels gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen Stempelfläche mit der aufzubringenden Mikrostruktur versehen ist, 5
- Inkontaktbringen dieses Abformstempels mit der Oberfläche des Gegenstandes derart, daß die Mikrostruktur auf der Oberfläche des Gegenstandes abgeformt wird, und 10
- Trennen des Abformstempels von der Oberfläche des Gegenstandes.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abformstempel eine Blas-, Guß- oder Spritzgußform oder einen Teil einer solchen zur Herstellung des Gegenstandes bildet, auf den die Mikrostruktur aufgebracht wird. 15

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand, auf den die Mikrostruktur aufgebracht wird, aus einem Kunststoff besteht, der nach dem Aushärten hart oder gummiartig flexibel ist. 20

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand, auf den die Mikrostruktur aufgebracht wird, eßbar ist. 25

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Gegenstands aus Gelatine, Fett, Zucker, Stärke, Fruchtgummi, Gummi arabicum oder einer Kombination der vorgenannten Stoffe besteht. 30

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand zumindest teilweise aus Schokolade besteht. 35

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen der Mikrostruktur auf den Gegenstand die Mikrostruktur mit einer eßbaren Schutzschicht überzogen wird, insbesondere aus Gummi arabicum oder Fett. 40

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen der Mikrostruktur auf den Gegenstand die Mikrostruktur mit einer dünnen Schicht aus Gold bedampft wird. 45

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgebrachte Mikrostruktur eine Interferenz nullter Ordnung (destruktive Interferenz) erzeugt. 50

18. Eßbarer Gegenstand, gekennzeichnet durch eine Mikrostruktur, die durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 17 aufgebracht worden ist. 55

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

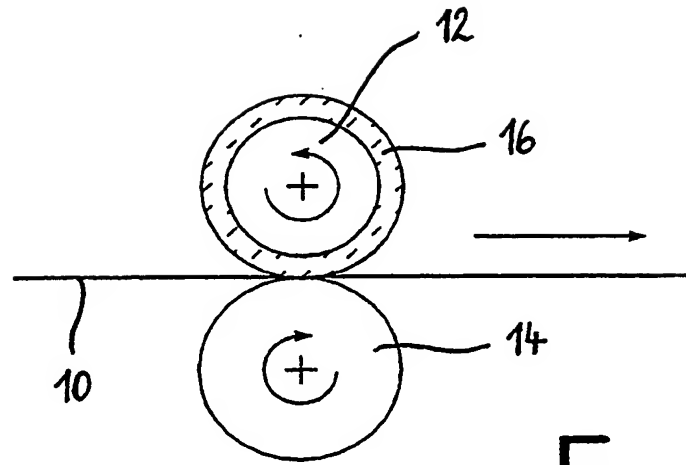


Fig. 1

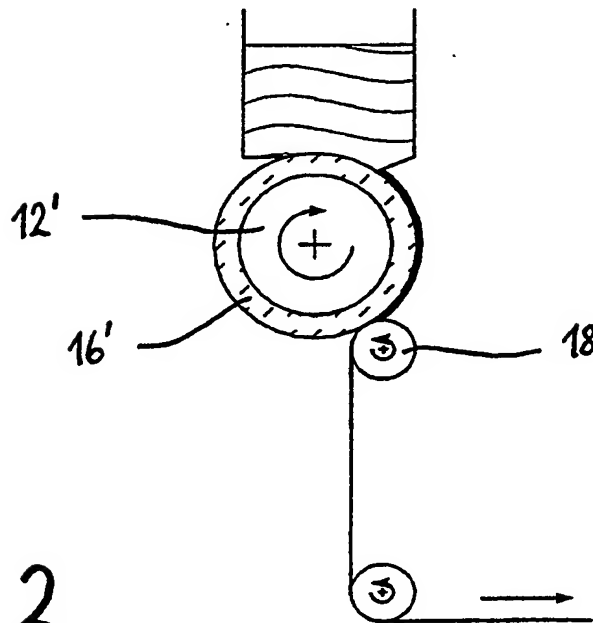


Fig. 2



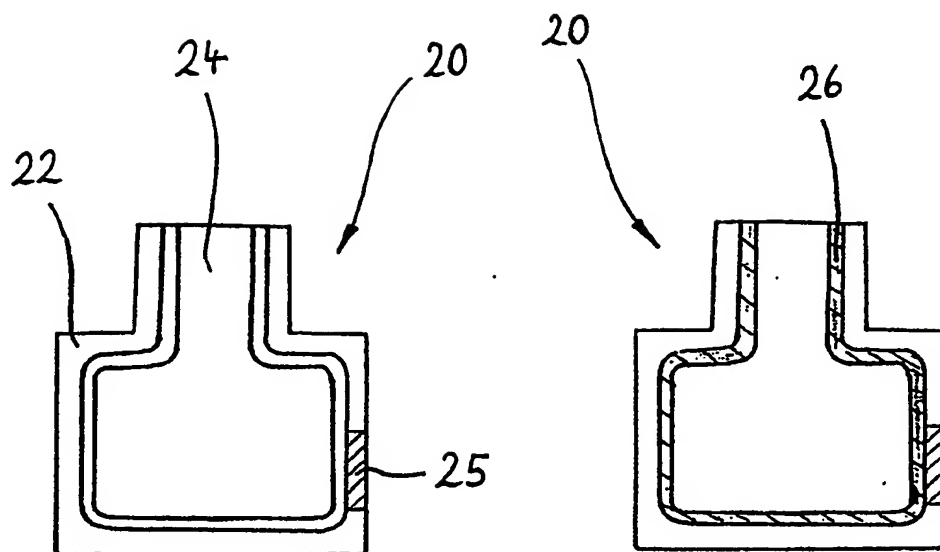


Fig. 3

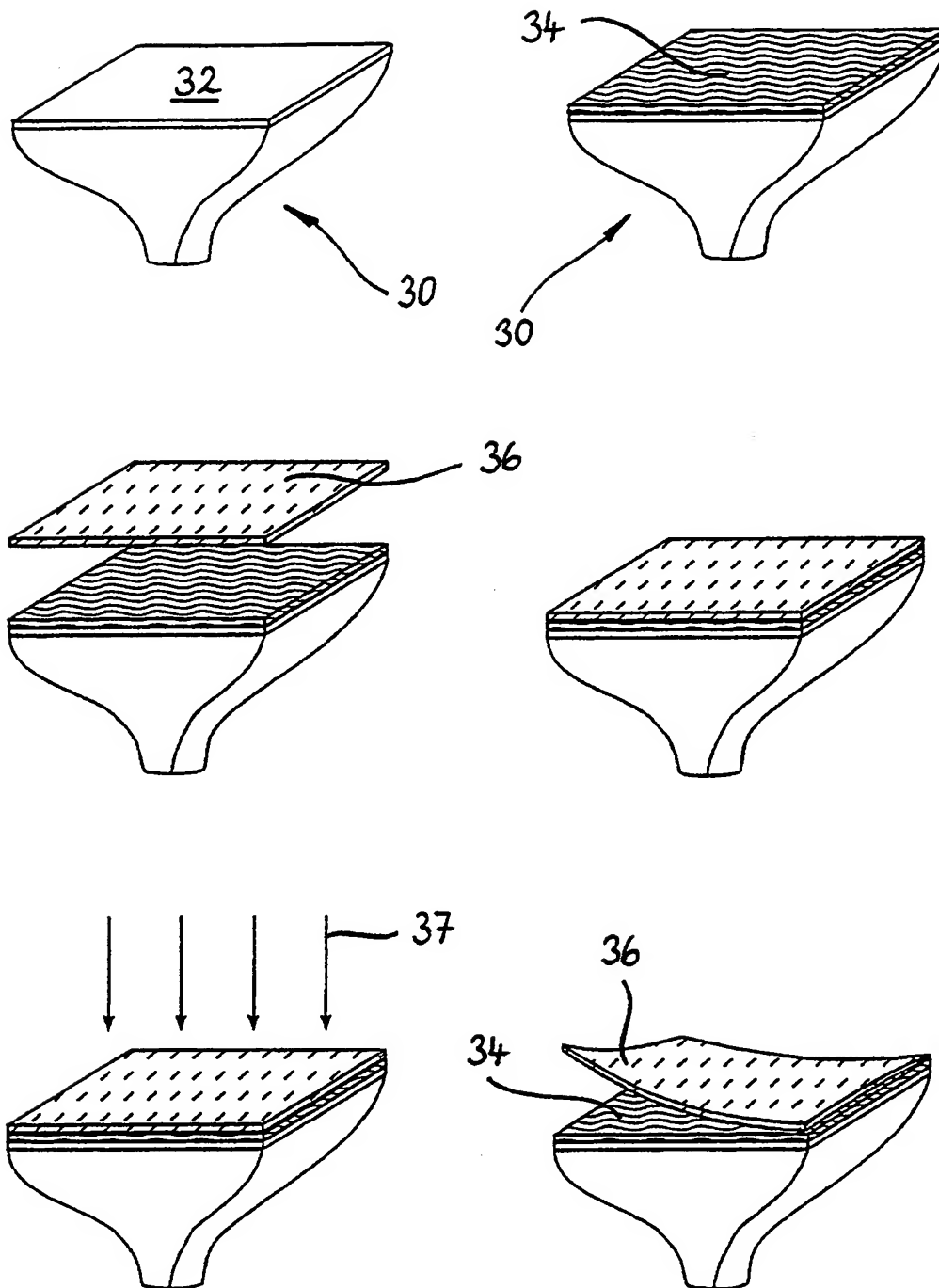


Fig. 4